

LOS INSECTOS COMO UNA FUENTE DE PROTEÍNA LIMPIA Y SUSTENTABLE PARA EL FUTURO

Aaron T. Dossey e Ingrid Raquel Méndez-Gutiérrez. All Things Bugs LLC, Athens, GA, 30605, USA; Laboratorio de entomología agrícola, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, UMSNH, Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro, Unidad Posta Zootécnica, Tarimbaro Michoacán, México. Aaron.T.Dossey@allthingsbugs.com; ingrid.mendezg@gmail.com

RESUMEN: Los insectos son una prometedora fuente de proteína animal de alta calidad con un impacto ambiental considerablemente menor que el producido por el ganado de los vertebrados. Estos requieren menos alimento, menos agua, menos tierra y menos energía para producir proteína que cualquier otra forma de ganado, además su producción genera contaminantes ambientales considerablemente inferiores. Los insectos son muy ricos en proteínas y contienen numerosos nutrientes esenciales como la vitamina B12, riboflavina, vitamina A y son ricos en ácidos grasos omega 3. También son bastante higiénicos en comparación con otros tipos de ganado. Por ejemplo: los insectos de las granjas en los EE.UU. y Europa no contienen *Salmonella* sp., *Listeria* sp., *E. coli* o *Staphylococcus aureus*. Este trabajo explica cómo los insectos son una alternativa limpia, saludable y sustentable como complemento de alimentos derivados de animales, además de estar soportado por avances tecnológicos recientes de la empresa All Things Bugs, LLC, quién está haciendo de esta promesa una realidad.

Palabras clave: Entomofagia, alimento, sustentabilidad.

Low crawling fruit: Insects as the clean sustainable protein of the future

ABSTRACT: Insects are a promising source of high quality animal protein with a substantially lower environmental footprint than vertebrate livestock. They require less feed, less water, less land and less energy to produce than any other form of livestock and their production generates substantially lower environmental pollutants such as pesticides and greenhouse gases. Insects are extremely high in protein and contain numerous essential nutrients such as vitamin B12, riboflavin, vitamin A and are high in omega 3 fatty acids. They can also be very clean compared with other livestock. For example, insects from farms in the US and Europe do not appear to contain *Salmonella* sp., *Listeria* sp., *E. coli* or *Staphylococcus aureus*. This poster presentation will explain how insects are a very promising clean, healthy and sustainable alternative to other animal-derived food ingredients and also some recent technological and industry advancements by All Things Bugs LLC which are making this promise a reality.

Key words: entomophagy, food, sustainability.

Introducción

A medida que la población humana crece, es cada vez más importante encontrar formas para reducir nuestros niveles de materiales de consumo y de aprovechamiento del planeta. Las Naciones Unidas esperan que la población crezca a más de 9 mil millones de personas para el año 2050, la adición de aproximadamente el doble de la población actual de China (Dzamba, 2010; Safina, 2011; Vogel, 2010). Aproximadamente el 70 % de las tierras agrícolas, y el 30% del total de tierras en el planeta, es utilizado para la cría de ganado (Steinfeld *et al.*, 2006). La ampliación de la cantidad de tierra utilizada para la producción de ganado no es ni factible ni una solución sustentable para cubrir las necesidades de alimentos/proteínas de los aumentos proyectados en la población. El cambio climático, la reducción de la productividad de las tierras agrícolas, la pesca excesiva, la disminución de los recursos de agua dulce, la contaminación por fertilizantes y pesticidas, y una serie de otros factores implican que este aumento de la población provocará una carga desproporcionada para la ecósfera terrestre.

Los seres humanos requieren aproximadamente 50 gramos de proteína de alta calidad por día (Dolson, 2014). La proteína animal es fundamental para la salud (Babji *et al.*, 2010; Hoppe *et al.*, 2008; Michaelsen *et al.*, 2009; Singh y Singh, 1991). En América del Norte el 70% de la proteína proviene de fuentes de origen animal (Wardlaw, 2006): carne, pescado y aves de corral que contribuyen con alrededor del 40 %, mientras que los productos lácteos contribuye con alrededor del 20 %. Sin embargo, estos productos de origen animal son cada vez más escasos y su producción no es sustentable, sobre todo para la población humana en expansión. Aproximadamente 178 millones de niños menores de 5 años presentan un nivel de desnutrición alrededor del mundo (Negro *et al.*, 2008). La desnutrición provoca un aumento de riesgo de enfermedad más allá de los efectos del hambre (Duggan *et al.*, 2008; Oro, 1988; Golden *et al.*, 1977; Reid *et al.*, 2002). Esto es parte del resultado de perder la capacidad reducida para combatir infecciones, deterioro cognitivo y otros trastornos del desarrollo que pueden ser permanentes (Victora *et al.*, 2008). Tales consecuencias, graves y duraderas afectan las perspectivas a largo plazo de una comunidad en cuestión de salud, economía y el bienestar social (Michaelsen *et al.*, 2009; Victora *et al.*, 2008).

Por estos motivos, resulta de suma importancia la búsqueda de nuevas fuentes de proteína de alta calidad para consumo humano. Las cuáles sean al mismo tiempo viables para su producción y amigables con el ambiente. Los insectos son una prometedora fuente de proteína animal de alta calidad y otros nutrientes con un impacto ecológico menor que el producido por el ganado de los vertebrados (Dossey, 2013, Shockley y Dossey, 2014, van Huis *et al.*, 2013). Las categorías generales donde los insectos proporcionan los beneficios más importantes para un suministro de alimento sustentable y seguro son: la eficiencia y la diversidad. EFICIENCIA: La relación de gasto alimenticio del ganado-obtención de peso del mismo es de 7 a 1, para la carne de cerdo es de 4 a 1, las aves de corral es de 2 a 1 y para los peces es menor que 2 a 1 (Earth-policy.org, 2014; Pimentel y Pimentel, 2003). Por el contrario, los grillos crean aproximadamente 1 libra de masa corporal por cada 1,25 libras de alimento. El índice de conversión de la leche es de 1 a 1, sin embargo, la leche es 87 % agua. Además, la leche en polvo seco sólo contiene un 30 % de proteína, los grillos por su parte producen 4,4 veces más proteínas por cada parte de alimento (A Strategic Look at Protein, 2014; Ansc.purdue.edu, 2014). De igual manera las necesidades de agua y tierra necesarias para la producción de proteína de origen animal en comparación con la producción de proteínas de insectos son desproporcionadas (Pimentel y Pimentel, 2003). BIODIVERSIDAD: La ONU FAO estima que hay más de 1000 insectos comestibles que se utilizan actualmente (Vogel, 2010), y otros estiman que el número sea más de 2000 (Ramos-Elorduy, 2009). Existen más de 1 millón de especies descritas y 4-30 millones de especies que se estima existen en la tierra, (Dossey, 2010). En base a lo anterior los objetivos del presente trabajo son:

Evaluar los beneficios de los insectos como una fuente limpia y sustentable de alimento.

Determinar la viabilidad de los insectos como ingrediente alimentario, desarrollando metodologías eficientes para la producción de ingredientes alimenticios a base de insectos de alta calidad a nivel industrial.

Materiales y Método

Para esta investigación la empresa All Things Bugs LLC, realizó el desarrollo y la fabricación de ingredientes alimenticios de alta calidad a base de insectos: grillos (*Acheta domestica* y *Grylloides sigillatus*) gusano de la harina (*Tenebrio molitor*), super gusano de la harina (*Zophobas morio*) y la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), los cuales proceden de granjas de insectos en EUA. Muchos de los métodos desarrollados son propios y por razones de patente no pueden ser publicados aún, aunque también se utilizan metodologías industriales y equipos estándares comunes en la industria alimentaria, tales como el secado y la pasteurización por ejemplo.

Se evaluaron diversos métodos de trituración, molienda, pasteurización, cocción y secado de los grillos y gusanos de la harina con el objeto de reducir a una forma de polvo seco tratando de minimizar la contaminación microbiana y además lograr hacerlo de manera eficiente con el uso del mínimo consumo de energía. La reducción del calor y la energía utilizados en la producción es de suma importancia para: reducir costos, ser sustentable, obtener mayor eficiencia y reducir el deterioro nutricional. Se determinó que el método de asado estándar típico utilizado en la industria a nivel mundial (también conocido como “standard/typical roast-then-grind”) es bastante ineficiente, ya que reduce la calidad, funcionalidad y posiblemente la vida útil del producto, al utilizar demasiado calor por un tiempo prolongado. La metodología utilizada por esta empresa, propiedad del Dr. Dossey, básicamente muele primero los insectos crudos y húmedos, posteriormente estos son pasteurizados y después secados con el fin de obtener la calidad óptima del producto.

Resultados y Discusión

La empresa All Things Bugs LLC, con apoyo financiero parcial de la Fundación Bill y Melinda Gates y la USDA, está desarrollando las tecnologías necesarias para la producción de insectos de cría como ingredientes de alimentos seguros y de alta funcionalidad con el fin de ayudar a normalizar el uso de insectos en una amplia variedad de productos alimenticios (Schultz, 2014; Williams, 2014).

La combinación apropiada de las técnicas de molienda, pasteurización y secado resultan en ingredientes alimenticios derivados de insectos en las siguientes formas: líquidos, pastas y polvos. El producto en polvo presenta valores nutrimentales considerablemente altos, ya que contiene más de 65% de proteína y niveles significativos de ácidos grasos Omega 3 (Tabla 1). Este polvo se presenta finamente molido, con un tamaño de menos de 400 micrómetros por partícula. El aroma es similar al de malta, cereales o granos, por su presentación resulta fácil mezclarlo con otros ingredientes, tales como mantequilla de maní, aceites, harinas, etc. Por lo tanto, los métodos desarrollados nos proporcionan un producto viable para numerosas aplicaciones en la industria alimenticia.

Tabla 1. Contenido nutrimental de insectos comparado con otros alimentos considerados de alto contenido proteínico (porciones de 100 gramos).

Alimento	Proteína (gr)	Grasa (gr)	Calorías (kcal)	Omega 3 (gr)	Hierro (mg)
Whole Cricket Powder (All Things Bugs LLC)	63	19	447	0.25	5.9
Res	25.6	18.7	278	0.009	2.4
Leche en polvo	26.3	26.7	496	0	0.47
Pollo	39	7.4	190	0.05	1.2

De hecho, nuestros clientes mayoristas ya están utilizando “Whole Cricket Powder” (también conocido como harina de grillo) en sus productos como barras de proteína y productos horneados. All Things Bugs LLC también es el montaje de la primera cadena de suministro industrial a escala de insectos como un ingrediente de alimento viable en los EUA y más allá.

Los animales, incluyendo a los insectos, son una importante o incluso en algunos casos la única fuente de nutrientes necesarios, tales como los 8 aminoácidos esenciales, vitamina B12, riboflavina, vitamina A y varios minerales (Bukkens, 2005; Hoppe *et al.*, 2008; Michaelsen *et al.*, 2009; Singh y Singh, 1991). Al igual que con la carne de pollo, los insectos son una fuente de "complemento", ya que la proteína animal generalmente es nutricionalmente superior a la proteína de fuentes vegetales (Hoppe *et al.*, 2008; Michaelsen *et al.*, 2009; Singh y Singh, 1991). Basándose en la literatura y la

investigación proporcionada por All Things Bugs LLC, los insectos resultan ser además particularmente altos en ácidos grasos omega 3 (Tabla 1).

Los insectos son una fuente de alimento limpio: Además de nuestros propios datos microbiológicos de los insectos de cría, somos conscientes de 2 artículos de investigación que describen los estudios sobre este tema hasta el momento (Giaccone, 2005; Klunder, 2012), ya que existen estudios que hasta la fecha no han logrado aislar *Salmonella spp.* ni *Listeria monocytogenes* en muestras de las siguientes especies de grillos y gusano de la harina cultivados comercialmente: (*Zoophobas morio*, *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella* y *Acheta domesticus*) (Giaccone, 2005)

Además, actualmente el Dr. Dossey en All Things Bugs LLC no ha encontrado *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, o *Listeria sp.* en ninguno de los envíos analizados de insectos congelados crudos de 2 de las más grandes granjas estadounidenses de grillos y gusano de la harina. Por otra parte, la pasteurización parece reducir el recuento total de coliformes en placa a niveles muy bajos y posiblemente, casi estériles. Además, los insectos son biológicamente más separados de los seres humanos que el ganado vertebrado, por lo que el riesgo de contagio por un patógeno o parásito viral es considerablemente menor para los seres humanos (Van Huis *et al.*, 2013).

Conclusiones

Los insectos son una importante fuente de proteína, lo que los convierte en una fuente viable como complemento alimenticio.

Los insectos tienen un alto potencial como ingrediente en la industria alimenticia, ya que se han mejorado las tecnologías para su procesamiento manteniendo altos niveles nutritivos y un bajo impacto ambiental. También se ha demostrado que existe un mercado establecido para estos ingredientes.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a la Fundación Bill y Melinda Gates y al Departamento de Agricultura de los EE.UU. por su apoyo financiero a través de becas de investigación. Así como a Laurie Keeler (University of Nebraska at Lincoln Food Processing Center) por la asistencia técnica en el desarrollo de tecnologías de procesamiento de insectos.

Literatura Citada

- A Strategic Look at Protein. 2014. newhope 360 from supply to shelf, [blog] October 24, 2013, Available at: <http://newhope360.com/print/news/strategic-look-protein> [Accessed: 13 Feb 2014].
- Ansc.Purdue.edu. 2014. Purdue Food Animal Education Network. [online] Available at: <http://www.ansc.purdue.edu/faen/dairy%20facts.html> [Accessed: 13 Feb 2014].
- Babji, A. S., Fatimah, S., Ghasseh, M. y Abolhassani, Y. 2010. Protein quality of selected edible animal and plant protein sources using rat bio-assay. *International Food Research Journal* 17:303-308.
- Black, R. E., Allen, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., De Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C. y Rivera, J. 2008. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 371:243-60.
- Black, R. E., Morris, S. S. y Bryce, J. 2003. Where and why are 10 million children dying every year? *Lancet* 361:2226-34.
- Bukkens, S. G. F. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. In: *Ecological implications of minilivestock : potential of insects, rodents, frogs, and snails*. Paoletti MG, editor. Enfield, (NH): Science Publishers. p 545-577.
- Defoliart, G. 1992. Insects as Human Food. *Crop Protection* 11:395-399.
- Defoliart, G. R. 1995. Edible Insects as Minilivestock. *Biodiversity and Conservation* 4:306-321.

- Dolson, L. 2014. Protein Info - How Much Protein Do You Need. [online] Available at: <http://lowcarbdiets.about.com/od/nutrition/a/protein.htm> [Accessed: 13 Feb 2014].
- Dossey, A. T. 2013. Why insects should be in your diet. *The Scientist*. 27, 22 – 23.
- Dossey, A. T. 2010. Insects and their chemical weaponry: new potential for drug discovery. *Nat Prod Rep* 27:1737-57.
- Duggan, C., Watkins, J. B. y Walker, W. A. 2008. Nutrition in pediatrics : basic science, clinical application. Hamilton: BC Decker. xvii, 923 p. p.
- Dzamba, J. 2010. Third Millennium Farming: Is it time for another farming revolution? Architecture, Landscape and Design. Toronto, CA: <http://www.thirdmillenniumfarming.com/>.
- EARTH-POLICY.ORG. 2014. Bookstore - Plan B 2.0: Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble | Chapter 9. Feeding Seven Billion Well: Producing Protein More Efficiently| EPI. [online] Available at: http://www.earth-policy.org/books/pb2/pb2ch9_ss4 [Accessed: 13 Feb 2014].
- Golden, M. 1988. The effects of malnutrition in the metabolism of children. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 82:3-6.
- Golden, M. H., Walterlow, J. C. y Picou, D. 1977. Protein turnover, synthesis and breakdown before and after recovery from protein-energy malnutrition. *Clin Sci Mol Med* 53:473-7.
- Hoppe, C., Andersen, G. S., Jacobsen, S., Molgaard, C., Friis, H., Sangild, P. T. y Michaelsen, K. F. 2008. The use of whey or skimmed milk powder in fortified blended foods for vulnerable groups. *Journal of Nutrition* 138:145S-161S.
- Klunder, H. C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J. M., Nout, M. J. R. 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*. 26(2):628–631.
- Michaelsen, K. F., Hoppe, C., Roos, N., Kaestel P., Stougaard, M., Lauritzen, L., Molgaard, C., Girma, T. y Friis, H. 2009. Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food Nutr Bull* 30:S343-404.
- Nakagaki, B. J. y Defoliart, G. R. 1991. Comparison of Diets for Mass-Rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a Novelty Food, and Comparison of Food Conversion Efficiency with Values Reported for Livestock. *Journal of Economic Entomology* 84:891-896.
- Nations, FAO/WHO. Forest Insects as Food: Humans Bite Back. In: Patrick B. Durst DVJ, Robin N. Leslie and Kenichi Shono, editor; 2008; Chiang Mai, Thailand. Regional Office for Asia and the Pacific.
- Oonincx, D. G., Van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J., Van den Brand, H., Van Loon, J. J. y Van Huis, A. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS One* 5:e14445.
- Pelletier, D. L. y Frongillo, E. A. 2003. Changes in child survival are strongly associated with changes in malnutrition in developing countries. *Journal of Nutrition* 133:107-19.
- Pimentel, D. Pimentel M. 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. 78 (3), pp. 660S-663S. Available at: <http://ajcn.nutrition.org/content/78/3/660S.full> [Accessed: 13 Feb 2014].
- Premalatha, M., Abbasi, T., Abbasi, T. y Abbasi, S. A. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 15:4357-4360.
- Ramos-Elorduy, J. 2009. Anthro-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research* 39:271-288.
- Reid, M., Badaloo, A., Forrester, T., Heird, W. C. y Jahoor, F. 2002. Response of splanchnic and whole-body leucine kinetics to treatment of children with edematous protein-energy malnutrition accompanied by infection. *Am J Clin Nutr* 76:633-40.
- Safina, C. 2011. Why are we using up the Earth? CNN Opinion: Carbon Dioxide. New York: CNN.

- Schultz, H. 2014, Process tweak yields a superior cricket protein, developer says, FoodNavigator, <http://www.nutraingredients-usa.com/Suppliers2/Process-tweak-yields-a-superior-cricket-protein-developer-says> .
- Shockley, M. y Dossey, A. T. 2014. Insects for Human Consumption. ; In Mass Production of Beneficial Organisms Invertebrates and Entomopathogens; Juan A. Morales-Ramos, M. Guadeluoe Rojas and David I. Shapiro-Ilan (Eds.). 18:617-652.
- Singh, B. y Singh, U. 1991. Peanut as a Source of Protein for Human Foods. Plant Foods for Human Nutrition 41:165-177.
- Srivastava, S. K., Babu, N. y Pandey, H. 2009. Traditional insect bioprospecting - As human food and medicine. Indian Journal of Traditional Knowledge 8:485-494.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales, M. M., Haan, C. D. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. xxiv, 390 p. p.
- Van Huis, A., Itterbeek, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. FOOD, AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED N. 2013. Edible insects : future prospects for food and feed security. 187 p. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Victoria, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorell, R., Richter, L. y Sachdev, H. S. 2008. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. Lancet 371:340-57.
- Vogel, G. 2010. For More Protein, Filet of Cricket. Science 327:811-811.
- Wardlaw, G. M. 2006. Contemporary nutrition. [S.l.]: Mcgraw-Hill.
- Waterfootprint.org. 2014. Water footprint and virtual water. Available at: <http://www.waterfootprint.org/?page=files/Animal-products> [Accessed: 19 Feb 2014].
- Williams, J. 2014. Local business makes protein powder from bugs http://www.redandblack.com/variety/local-business-makes-protein-powder-from-bugs/article_7ad221d0-9834-11e3-96c8-0017a43b2370.html
- Yen, A. L. 2009. Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. Journal of Insect Conservation 13:667-670.